

[논문] 한국태양에너지학회 논문집  
*Journal of the Korean Solar Energy Society*  
Vol. 21, No. 1, 2001

## Two-Mode MPPT 알고리즘 연구 및 효율평가법

劉權鍾, 金起鉉, 鄭永錫, 金榮石

한국에너지기술연구원

### A Study on the Two-Mode MPPT Control Algorithm and Efficiency Evaluation Method

Gwon-Jong. Yu, Ki-Hyun. Kim, Young-Seok. Jung, Young-Seok. Kim

*Korea institute of Energy Research*

#### ABSTRACT

In this paper described common MPPT(Maximum Power Point Tracking) control algorithm; Constant Voltage Control, P&O(Perturbation and Observation), IncCond(Incremental Conductance), and investigated it's efficiency. Through simulation and efficiency evaluation, analyze the steady/transient states characteristics and efficiency of control algorithms respectively. Also, To high-efficiency proposed Two-mode MPPT control for improve on the existing control algorithm. Moreover, this paper suggested a topology for MPPT measuring efficiency and a method of examination.

*Key Words : Photovoltaic, MPPT, Inverter, High Frequency.*

#### 1. 서 론

현대사회는 첨단과학의 발달과 경제규모의 팽창에 따라 급격한 에너지 수요의 증대를 초래하였으나, 현재 사용중인 에너지의 대부분이 화석

연료이므로 언젠가는 고갈될 수밖에 없는 한계성을 가진다. 또한 연소과정에서 생성된 공해물질은 심각한 문제점을 야기시키고 있으므로 이러한 문제점을 해결하기 위하여 전세계적으로 대체에너지원으로 전환하기 위하여 노력하고 있

다. 대체에너지기술 중에서도 무한정·청정한 자연에너지원으로서 각광을 받고 있는 태양광발전은 에너지원의 다양화·분산화가 추진되는 상황에서 지역 편중성 및 설치 규모의 선정에 자유로운 소규모 주택용 태양광발전시스템의 개발이 활발하게 추진되고 있으나, 태양에너지는 에너지 밀도가 저밀도이며, 출력특성이 일사량, 온도 등의 자연조건에 좌우되기 때문에 에너지 손실의 최소화와 태양전지 어레이로부터 최대 전력을 얻을 수 있는 최대출력제어가 필요하다.

태양광발전시스템의 최대출력제어는 일반적으로 MPPT라고 하며, 그 제어 방법에 대해서는 다양한 방법의 연구결과가 보고되고 있으나, 그 효용성 및 효율 평가방법에 대한 연구는 보고되지 않고 있다.

본 논문에서는 일반적으로 사용되는 3가지의 MPPT제어알고리즘에 대하여 서술하고, 그 효용성을 비교 분석하며, 기존의 제어방법을 개선한 Two-mode 제어법을 제안한다. 또한, MPPT의 효율을 평가하기 위한 효율 측정 방법을 제안하였으며, 상기에서 기술한 알고리즘 측면의 3가지 MPPT 제어방법에 적용하여 제안한 효율측정법의 타당성을 입증하고자 한다.

## 2. 태양전지의 동작특성과 MPPT 제어

### 2.1 PV Cell 등가회로 검토<sup>1,2)</sup>

PV array를 이루는 것은 solar cell이며 이것은 빛에너지에서 전기로 바로 전환하는 p-n 접합 다이오드이다. 이것은 그림 1에서 보여지는 등가회로를 갖는다.

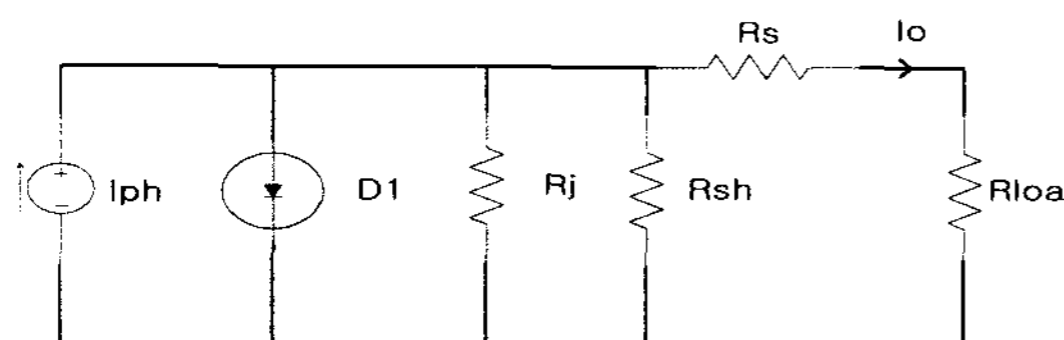


Fig. 1. Equivalent Circuit of PV Cell

여기서, 전류원  $I_{ph}$ 는 광기전류로 표현되며  $R_j$ 는 p-n 접합의 비선형 임피던스,  $R_{sh}$  and  $R_s$ 는 각각 셀의 shunt 저항과 직렬저항이며 보통  $R_{sh}$ 는 매우 크고  $R_s$ 는 매우 작다. 그러므로  $R_s$ 는 간략화된 분석에서는 무시할 수 있다. PV array를 시뮬레이션하기 위해 다음에 따르는 PV 수학적 모델을 사용하였다.<sup>3)</sup>

$$I_o = n_p I_{ph} - n_p I_{rs} \left[ \exp\left(\frac{q}{kTA} \frac{V_o}{n_s}\right) - 1 \right] \quad (1)$$

여기서,  $n_s$ 는 직렬연결된 셀들의 수,  $n_p$ 는 병렬연결된 모듈들의 수,  $q$ 는 전하량,  $k$ 는 Boltzman's 상수,  $A$ 는 p-n 접합 ideality factor,  $I_{rs}$ 는 셀의 역포화 전류이며 공식 (1)에서 factor  $A$ 는 이상적인 p-n junction 특성들로부터 유도된 셀에 의해 결정되는데 이상적인 값은 1이다. 셀의 역포화 전류  $I_{rs}$ 는 온도에 따라 변하고 다음의 공식에 따른다.

$$I_{rs} = I_{rr} \left[ \frac{T}{T_r} \right]^3 \exp\left(\frac{qE_G}{kQA} \left[ \frac{1}{T_r} - \frac{1}{T} \right]\right) \quad (2)$$

$T_r$ 은 셀의 reference 온도,  $I_{rr}$ 은  $T_r$ 에서 역포화전류,  $E_G$ 는 셀에서 사용된 반도체의 band-gap 에너지, 광전류  $I_{ph}$ 는 일사량과 셀온도에 의존한다.

$$I_{ph} = [I_{scr} + k_i(T - T_r)] \frac{S}{100} \quad (3)$$

여기서,  $I_{scr}$ 은 reference 온도와 일사량에서 셀 short-circuit current,  $k_i$ 는 short-circuit current 온도계수,  $S$ 는 일사량[mW/cm<sup>2</sup>].

PV array power  $P$ 는 공식(4)을 사용하여 계산할 수 있으며 다음과 같다.

$$P = IV = n_p I_{ph} V - n_p I_{rs} V \left[ \exp\left(\frac{q}{kTA} \frac{V}{n_s}\right) - 1 \right] \quad (4)$$

여기에 대한 시뮬레이션은 PSIM을 이용하여 그림 2에 나타내었다.

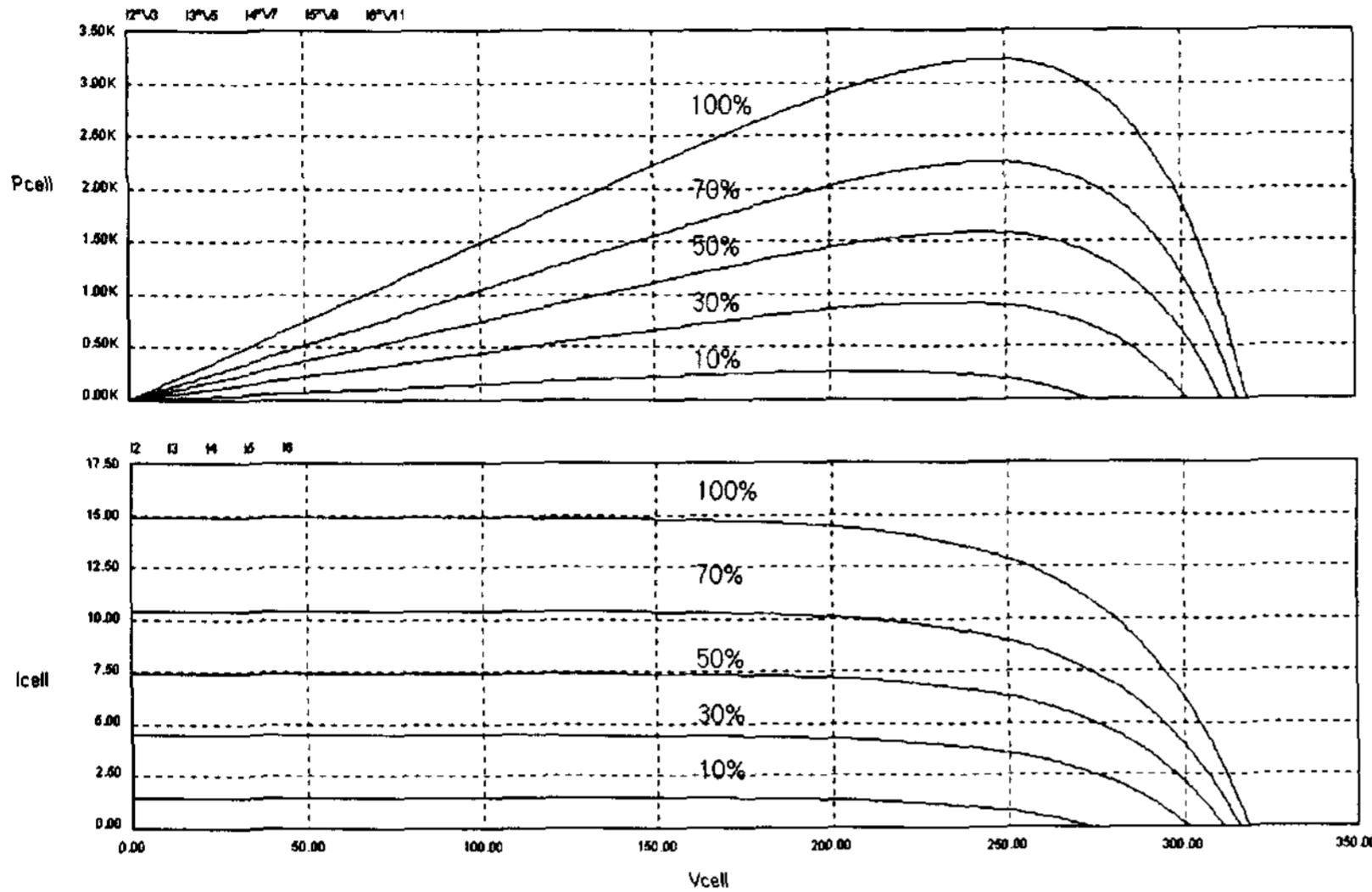


Fig. 2. PV array characteristics curve with insolation  
1) Voltage-Power curve  
2) Voltage-Current curve

### 2.2 태양전지의 동작특성과 MPPT 제어

태양전지 어레이의 최대전압은 일사량과 온도에 의해서 시시각각으로 변하며, 또한 부하상태에 의해서도 변하기 때문에 태양전지 특성이 변화하지 않아도 동작점이 변하게 되어 최대출력을 얻을 수 없다. 따라서, 태양전지를 효율적으로 동작시키기 위해서는 태양전지 어레이의 출력을 항상 최대전력점에서 동작시키는 제어가 필요하다.

MPPT는 태양전지 어레이에 연결된 부하를 제어하여 임피던스 매칭을 최적화 함으로서 최대출력점 동작이 가능하게 되며, 그 제어방법은 크게 하드웨어적인 방식과 소프트웨어적인 방식으로 나누며, 알고리즘 측면에서는 일정전압제어알고리즘, P&O알고리즘, Inc Cond 알고리즘 등으로 분류 할 수 있으며, 구체적인 수행방법에 대하여 많은 연구성과가 보고되고 있다.<sup>1, 2, 3, 4, 5)</sup>

한편, MPPT제어는 아날로그회로와 센서를 이용하여 구현가능 하지만 제어의 유연성과 다른 종류의 태양전지 어레이의 적용을 쉽게 하기 위해 DSP나 마이크로컨트롤러를 사용하는 것이 유리하다

### 3. MPPT제어 알고리즘 고찰.

MPPT를 수행하는 각각의 알고리즘을 고찰하기 위해 사용한 PSIM 회로도를 그림 3에 나타내었다. 이 회로도에서는 기본적으로 태양전지 어레이에 평활용 커패시터와 부스트 컨버터, 부하로 구성하였으며 MPPT 알고리즘은 DLL (Dynamic Link Library)로 구성하여 수행되도록 하였다

DLL은 모두 3부분으로 이루어져있는데 ms\_user0(DLL)은 태양전지 어레이 부분이며 각종 파라미터를 바로 입력할 수 있도록 하였다. ms\_user4(DLL)에서는 일사량을 변동시키기 위해 사

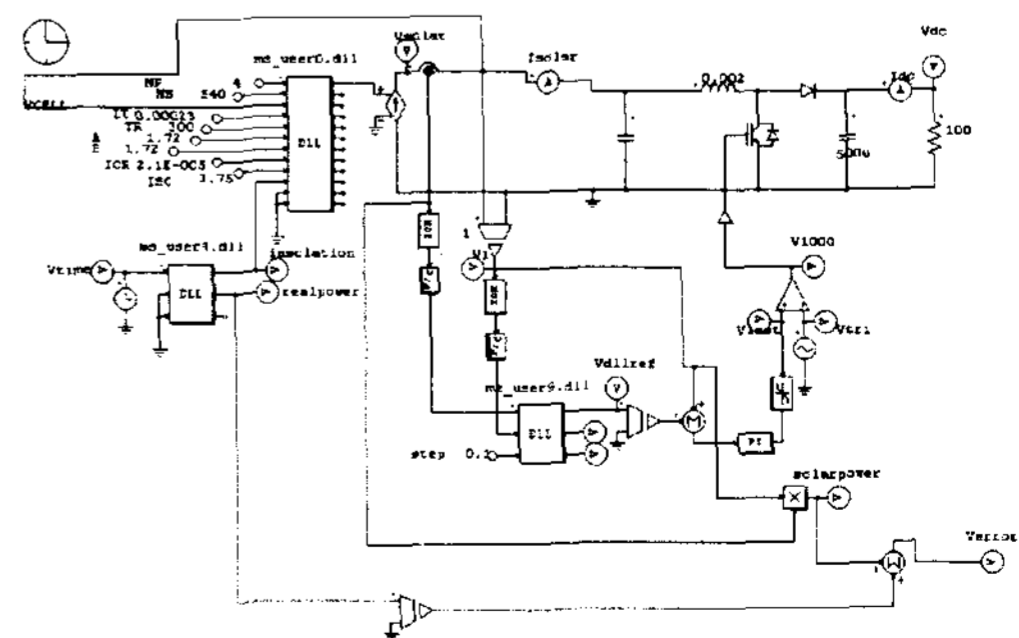


Fig. 3. Simulation circuit for MPPT performance

용된다. ms\_user9(DLL)는 MPPT를 수행하는 부분으로서 일정전압제어, P&O, IncCond, Two-mode 제어방법 등의 알고리즘이 들어간다.

### 3.1 변수에 따른 MPPT제어 방법

#### 3.1.1 전압제한제어

이 방법은 태양전지 어레이의 단자전압을 시스템제어 변수로 사용하며, 어레이 단자전압을 제어하고자하는 전압에 일치되도록 만든다. 따라서, 제어가 간단하고 구현이 쉽다. 그러나 태양전지 어레이의 일사량이나 온도에 의한 효과가 무시되어지고 배터리 충방전장치 등과 같은 시스템에 폭넓게 사용되어질 수 없다.

#### 3.1.2 전력제한제어

최대전력제어는  $\frac{dP}{dV} = 0$ 으로 유도함으로서 추종되어지고 부하에서 전력을 측정하여 전력을 최대화시킨다. 비록 이 방식이 태양전지 어레이의 불필요한 특성들을 지니지만 어레이로부터의 전력이 아닌 부하단자에서의 전력이므로 전력의 최대화를 이룰 수 있다.

### 3.2 일정전압 제어방식 MPPT제어 알고리즘

태양전지 어레이의 출력전압은 일사량의 변화에 대해서 약간의 변동폭을 가지는 정전압 특성을 나타내고 있으므로, 어떤 일정한 전압을 설정하여 정전압으로 제어하는 방법을 일정전압제어방법이라고 하며, 따라서 이 기법은 출력에 대해 전력량이 필요하지 않다. 부스트의 듀티는 제어 회로에 의해 결정되며 이것의 출력측 DC 전압은 정상상태 조건의  $V_{ref}$ 값에 의해 일정하게 유지된다. 이 정전압제어법은 전류센서를 줄일 수 있으나 일사량 급변시 정확한 MPP점을 찾아 동작하지 못해 출력효율이 감소하는 단점이 있다.

### 3.3 P&O MPPT 알고리즘

P&O MPPT 제어방법은 간단한 피드백 구조를 갖으며 소수의 측정 파라미터를 갖기 때문에 널리 사용된다. 이는 태양전지전압을 주기적으로 증가, 감소시킴으로써 동작하며, 이전의 교란주기 동안의 태양전지 어레이 출력 전력과 함께 현재 어레이 출력 전력 비교에 의해 최대전력의 상태를 연속적으로 추적하며 찾는다. 이 방법은 그림 4와 같은 순서도에 의해 동작한다.

만약 전력이 증가하면 교란은 다음 주기 동안 계속해서 같은 방향으로 증가할 것이며 그렇지 않으면 교란의 방향은 반대가 될 것이다.

이것은 어레이 단자전압이 모든 MPPT 주기동안 교란된다는 것을 의미한다. 그러므로 MPP (Maximum Power Point)에 이르렀을 때 P&O 알고리즘은 일정 혹은 천천히 변하는 환경조건에서 자려진동 할 것이며 그 결과 태양전지 어레이의 손실이 발생하게 된다. 이 문제는 MPP에 도달했을 때를 검출하기 위해 바로 앞의 주기동안의 두 개의 파라미터 비교와 교란부를 바이패스하기 위한 P&O알고리즘의 개선에 의해 해결할 수 있다. 전력손실을 줄이기 위한 다른 방법으로는 교란 step의 감소가 있다. 그러나 이 방법은 환경조건이 급하게 변할 경우 MPP 추적속도가 늦어지게 되므로 step의 결정이 중요하게 된다.<sup>3)</sup>

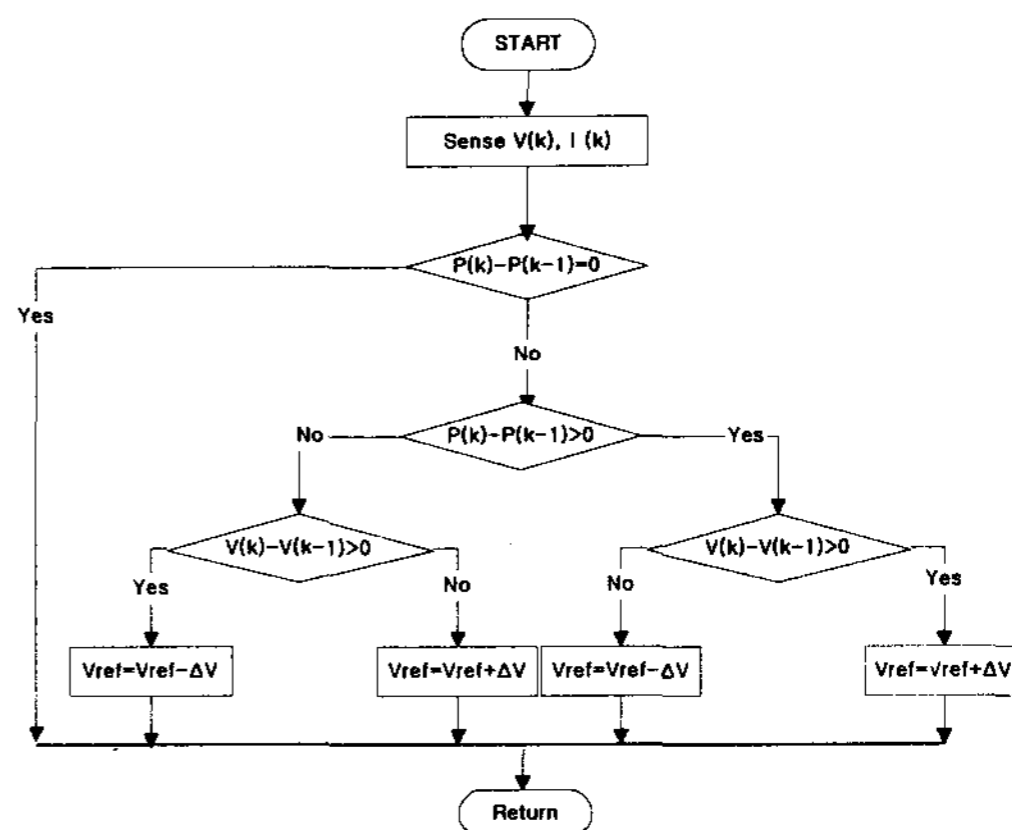


Fig. 4. P&O MPPT algorithm flowchart

### 3.4 IncCond MPPT 알고리즘

IncCond(Incremental Conductance)방법은 부하 임피던스와 태양전지 임피던스와의 비교에 의해서 태양전지 출력을 제어하는 방법이며, P&O 알고리즘의 결점을 피하기 위한 IncCond 알고리즘은 어레이 단자전압이 이 값의 상대적인 MPP 전압에 따라 항상 조절되어진다. 이 방법은 그림 5와 같은 순서도에 의해 동작한다.

최대출력점은  $\frac{dP}{dV} = 0$ 이 되는 경우이므로 다음과 같이 된다.

$$IdV + VdI = 0 \quad (4)$$

$$\frac{V}{I} = - \frac{dV}{dI} \quad (5)$$

위 식은 부하 임피던스가 최대동작점에 있어서 태양전지 어레이의 V-I곡선의 기울기에 동등하다는 것을 나타내고 있다.

PWM 출력에 의하여 제어하는 경우 동작점을 중심으로 강제로 듀티 싸이클의 변동을 주어서 그때의  $\frac{V}{I}$  및  $\frac{dV}{dI}$ 를 계산하여 양자가 동일하게 되도록 동작점을 선택하면 MPP에 도달하게 된다.

IncCond 방법은 빠른 환경변화에 대한 MPPT 성능이 매우 좋은 장점이 있으나, 많은 계산량으로 인해 빠른 CPU가 필요하므로 결국 시스템 단가를 상승시키는 결과를 초래하는 단점이 있다.<sup>3)</sup>

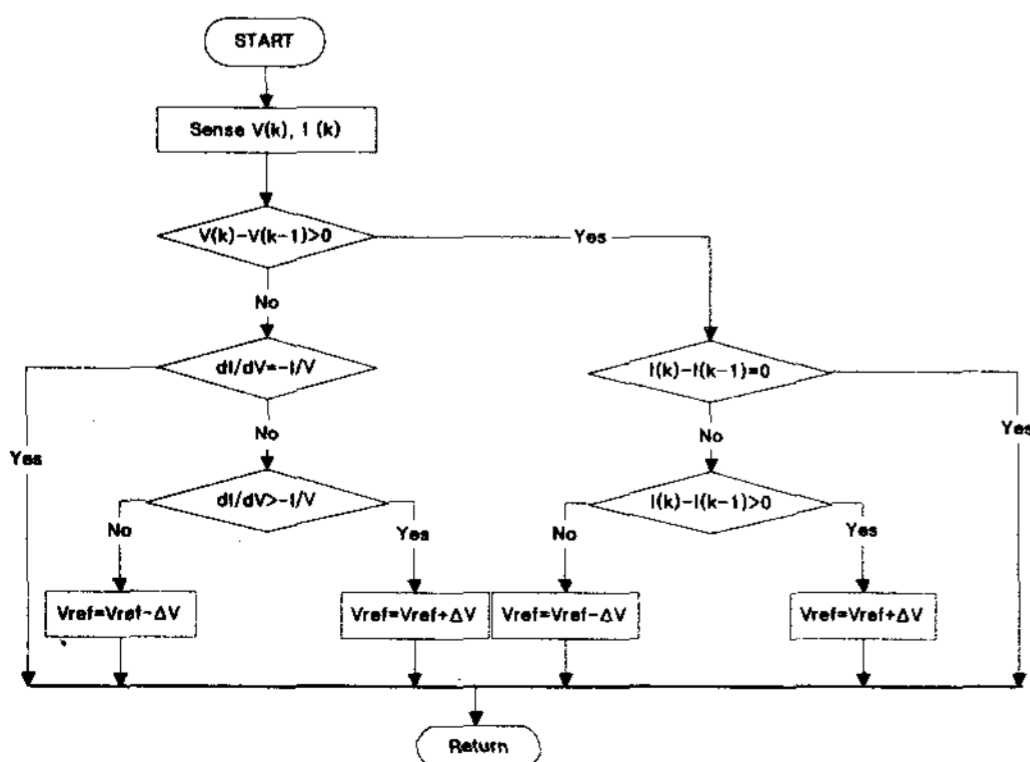


Fig. 5. IncCond MPPT algorithm flowchart

### 3.5 Two-mode MPPT 알고리즘

Two-mode 제어 방법은 태양전지 어레이의 출력전력의 효율을 극대화하기 위하여 제안한 방법이다. 실험상에서 P&O나 IncCond방법이 낮은 일사량에서 일정전압제어보다 효율이 높지 않으므로, 특정의 낮은 일사량에서 일정전압제어 방법으로 제어 루틴을 변경하는 방법이다. 이 방법에 대한 순서도는 그림 6과 같다.

이 알고리즘은 일사량센서를 이용하거나 전력량을 가지고 일사량 값으로 바꾸어 프로그램 상에서 제어 루틴을 변경할 수도 있다.

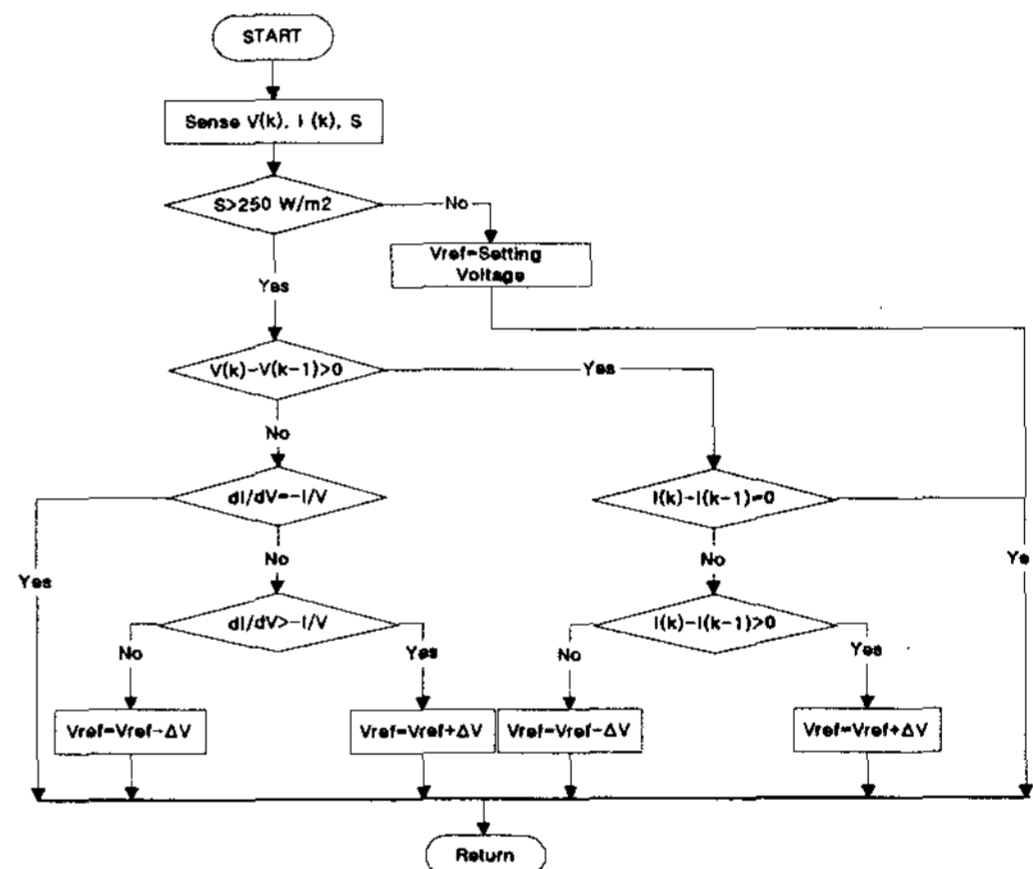


Fig. 6. Two-mode MPPT algorithm flowchart

## 4. MPPT 효율시험 평가법

본 절에서는 MPPT를 동작시켰을 때 운전 효율을 알아보기 위한 시험평가법에 대해서 소개한다

### 4.1 MPPT 효율

MPPT효율은 태양전지 어레이의 I-V특성으로 결정되는 최대출력에 대하여 실제로 전력변환장치에 MPPT제어기능을 적용하였을 때의 받아들인 전력의 비율을 말하며, 다음의 식 (6)으로 나타낼 수 있다.

$$\eta_{MPPT} = \frac{P_{INV}}{P_{MAX}} \quad (6)$$

$\eta_{MPPT}$  : MPPT효율

$P_{MAX}$  : 태양전지 I-V특성으로 결정되는 최대 전력

$P_{INV}$  : 인버터가 실제로 받아들인 전력

$\eta_{MPPT}$  는 일반적으로 0.90~0.99정도의 범위를 만족하여야 MPPT제어기능의 성능이 양호하게 동작되고 있다고 판단할 수 있다.

### 4.2 시험방법

MPPT의 효율측정을 위한 시험시스템회로 구성을 그림 7에 나타내었다. 그림 7로부터  $SW_{LO}$  는 시험 중에는 OFF로 하고  $SW_{CB}$  와  $SW_{LN}$  은 ON으로 놓고 측정한다. 즉, 부하와 선로 인피던스는 사용하지 않고 측정한다.

시험조건으로서 1)교류전원의 전압 및 주파수는 정격으로 설정하며, 2)직류전원은 배전선과 연계운전한 상태에서 인버터 출력전력(유효전력)이 정격출력으로 되도록 직류전원을 설정한다. 즉, 직류전원을 증가 일사강도 100%의 상태로 초기 설정한 후에 일사강도 75%, 50%, 25%, 12.5, 5% 및 0%로 설정치를 바꾸어 측정할 수 있도록 직류전원을 설정한다.

시험방법은 1)인버터를 정격출력으로 운전하며, 2)증가일사강도를 100%, 75%, 50%, 25%, 12.5%, 5% 및 0%로 설정한 상태에서 a)인버터의

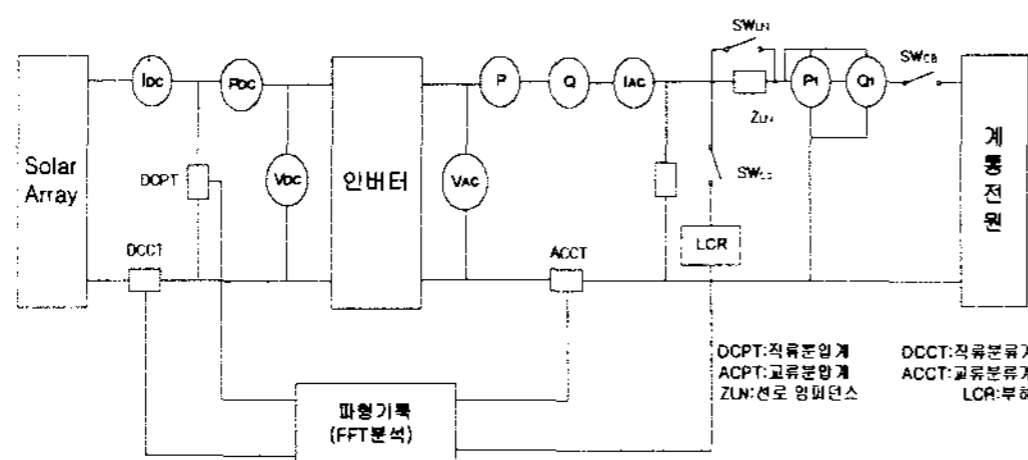


Fig. 7. Topology of MPPT efficiency measuring system

직류입력전력  $P_{DC}$  를 1분이상의 시간평균전력을 측정하여, b)식 (6)에 의하여 MPPT효율을 계산한다. 또한,  $P_{MAX}$  는 사용하고자 하는 태양전지의 I-V특성으로부터 산출하여 직류전원에 설정한다.

평가를 위한 주요측정 및 기록항목은 1)인버터의 직류입력전력을 측정하고 2)인버터의 직류입력전압, 직류입력전류를 기록하여 평가기준에 적용하며, 평가기준은 0.95~0.99정도를 만족하여야 한다.

이 때 주의 할 점은 계측기로 실효치를 계측할 때 직류리플전류의 영향 및  $P_{MAX}$ 점 탐색동작의 영향, 증가일사강도 변화의 시간폭 등에 의하여 MPPT 효율측정치에 오차요인으로 작용하기 때문에 충분한 주의가 필요하며 계측기의 정확도는 최소한 0.5%정도의 계측정도의 계측기를 사용하여야 한다.

## 5. 결과 고찰

### 5.1 시뮬레이션 결과

본 절에서는 3장에서 언급한 MPPT 제어기법을 4장에서 제안한 MPPT 효율측정 시험평가기법으로 각각의 MPPT 제어 알고리즘의 효율특성에 대하여 시뮬레이션을 통하여 비교 분석하였다. 앞에서의 각 알고리즘에 근거하여 구현한 결과파형을 아래에 나타내었으며 어레이의 온도는 일정하다고 보고 일사량과 부하를 가변 시켰을 경우를 나타내었다.

그림 8, 9, 10는 그림 3의 회로도를 구현한 결과이며 실제 일사량과 부하에 따라 어레이 (3.2kW)에서 나올 수 있는 최대 전력과 MPPT를 수행한 후 나온 전력을 비교하여 그 차와 일사량 변동폭을 각각 나타낸다. 그림 9, 10에서 일사량 변동은 그림 8과 같으므로 생략하였다.

시뮬레이션 결과 파형들을 살펴보면 정전압제어시 0~30W, P&O MPPT시 0~2W, IncCond

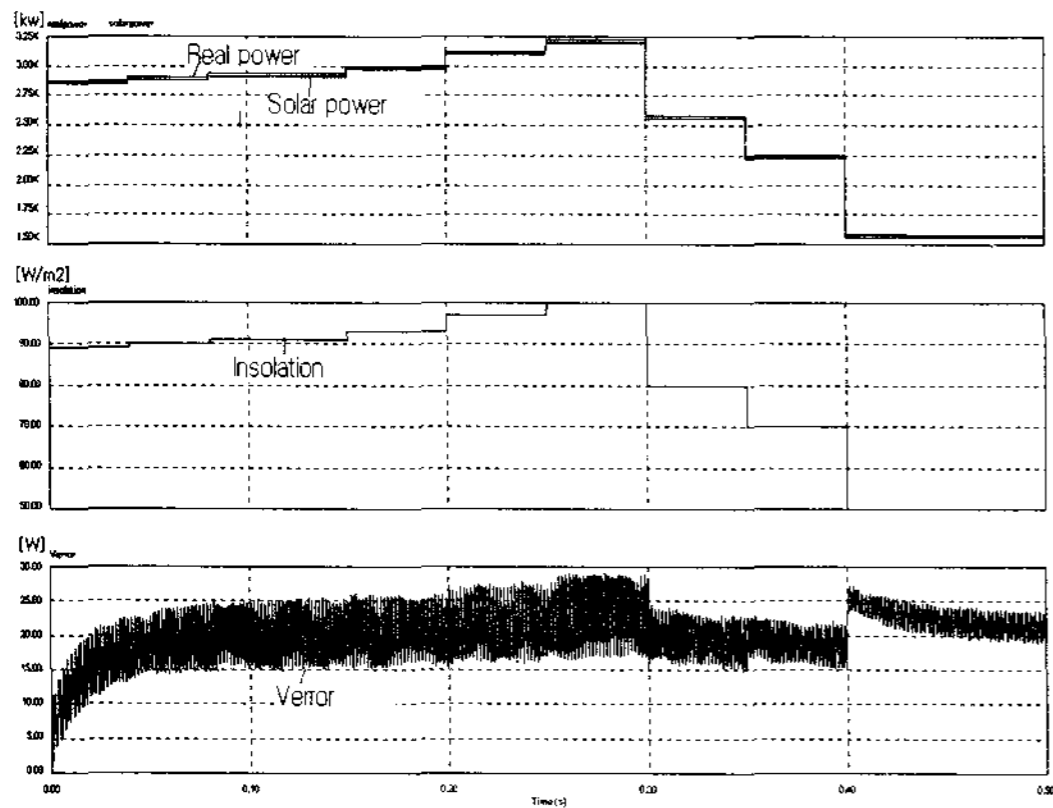


Fig. 8. Simulation results of constant voltage control MPPT

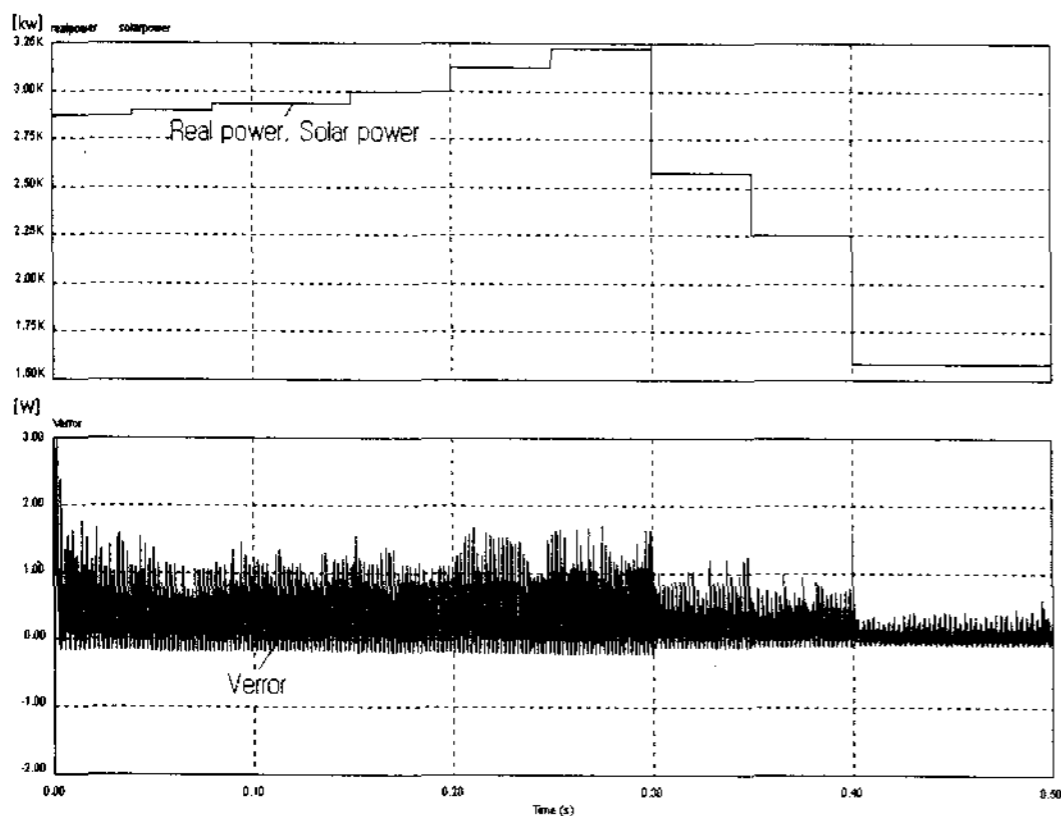


Fig. 9. Simulation results of P&O MPPT

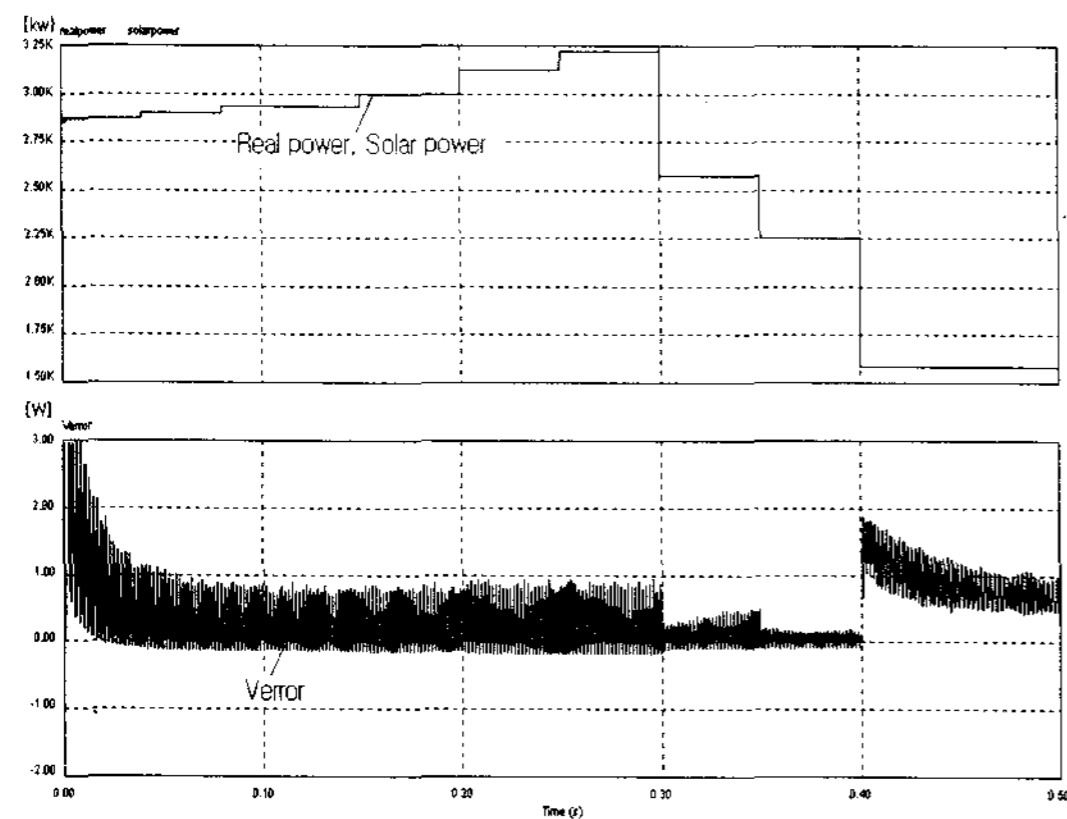


Fig. 10. Simulation results of IncCond MPPT

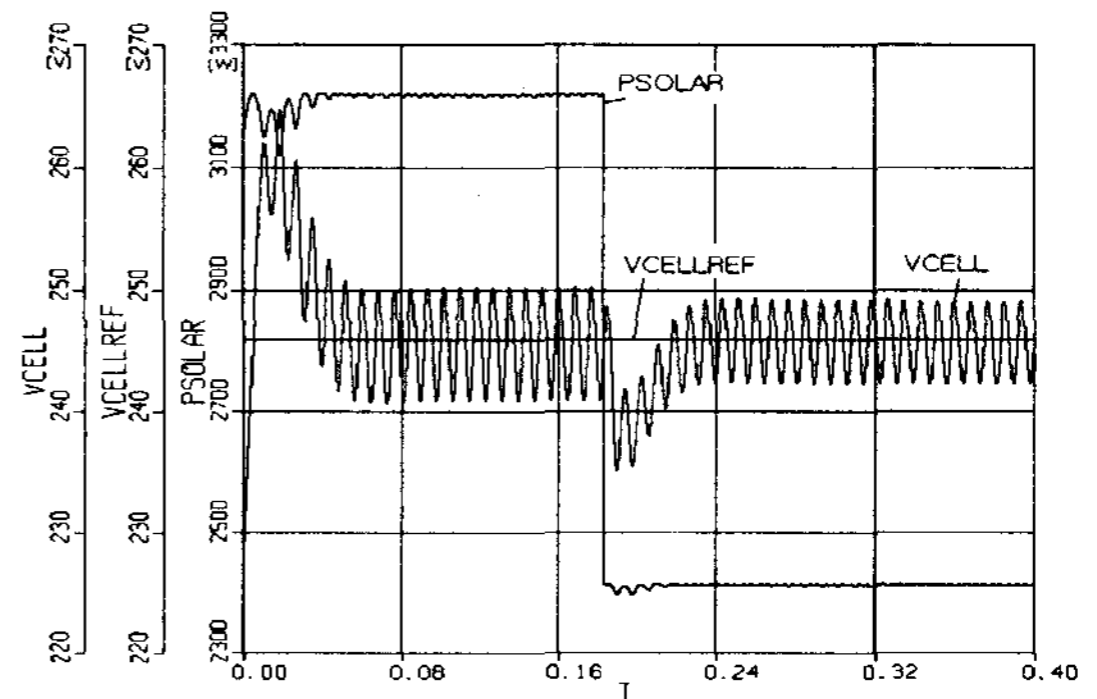


Fig. 11. Simulation results of constant voltage MPPT control in the utility interactive inverter.

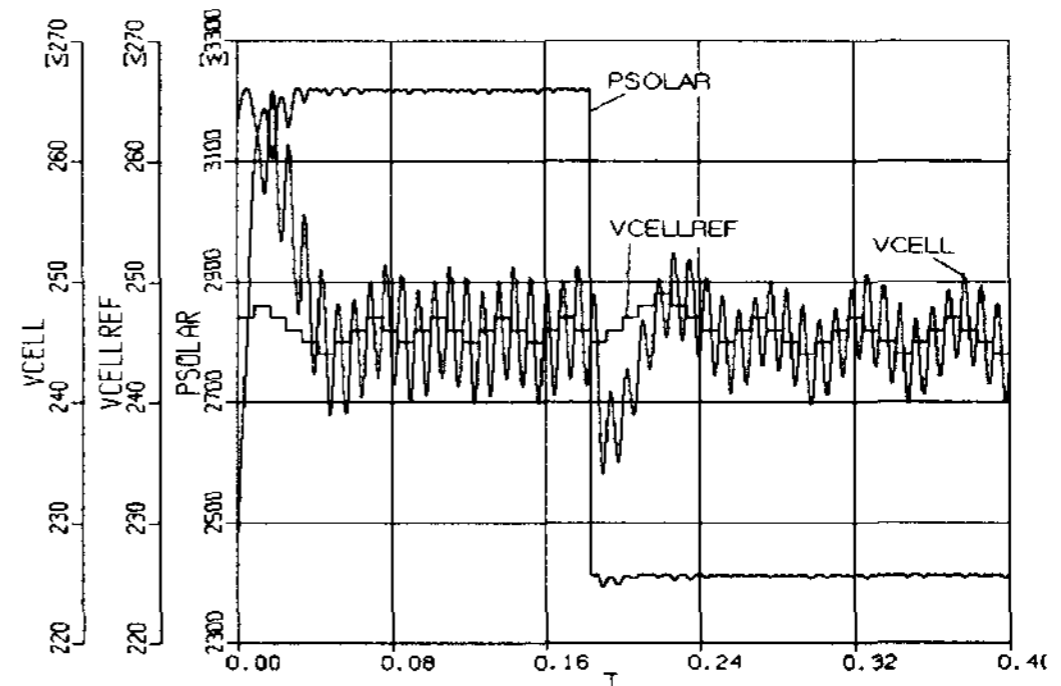


Fig. 12. Simulation results of P&O MPPT control in the utility interactive inverter

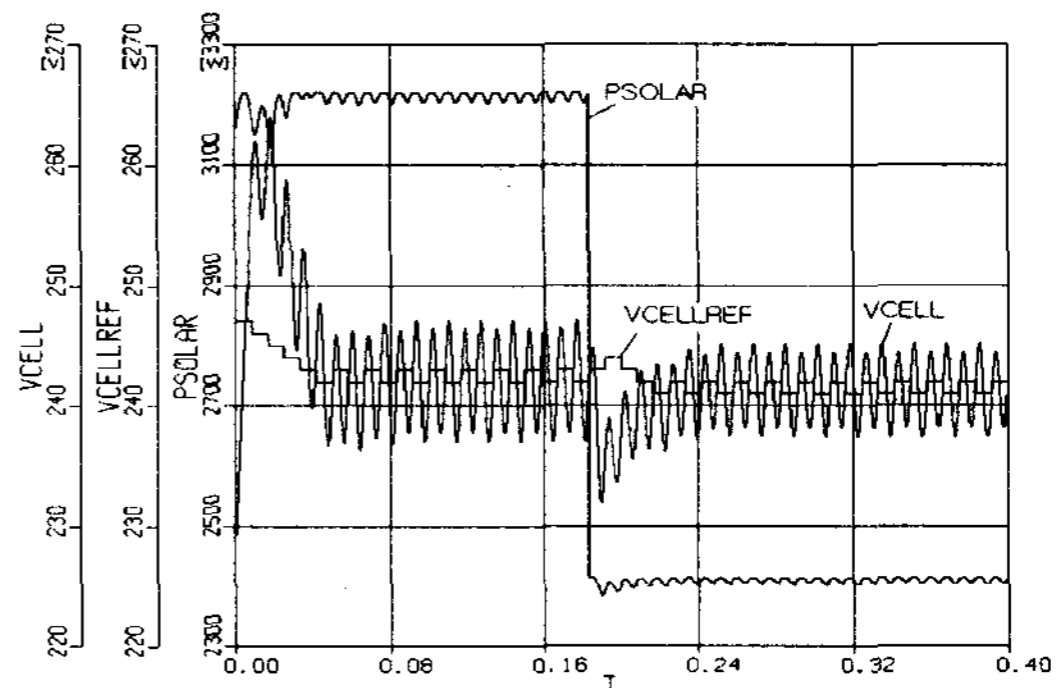


Fig. 13. Simulation results of IncCond MPPT control in the utility interactive inverter

MPPT시 0~1.5W 이내의 실제 전력과 추종오차가 있는 것을 알 수 있으며 0.3초와 0.4초에서 일사량 급변시 IncCond방법이 다른 방법에 비해 MPP를 더 잘 추종하고 있으며 어레이 단자측 전압, 전류의 안정도가 더 높음을 알 수 있다.

그림 11~13는 고주파링크 계통연계형 인버터를 시뮬레이션 한 결과를 나타낸 것이다. 좀더 정확한 결과를 얻기 위하여 ACSL을 사용하였다.

그림 11~13은 0.18초에서 일사량을 100 → 75 W/m<sup>2</sup>으로 감소시켰을 때의 파형이며 정전압 제어 MPPT시 전압안정도가 높은 반면 P&O MPPT나 IncCond MPPT에 비해 최대전력이 약 4~10W정도 낮게 나옴을 알 수 있었으며 IncCond MPPT알고리즘이 가장 많은 전력을 공급함과 동시에 일사량 변동시 가장 빨리 MPP점을 찾아 동작함을 알 수 있었다.

따라서, 위의 그림 8~13를 통해 효율을 검증해 본 결과 MPPT 제어를 하지 않을시 인버터 전체효율이 45%정도 밖에 나오지 않는 반면 정전압 제어시 87%, P&O시 91%, IncCond시 93%로 나오는 것을 알 수 있었으며 정전압제어 방법 보다는 P&O나 IncCond 방법이 환경변화시 더 좋은 성능을 보이는 것을 알 수 있었다.

### 5.2 실제 시스템 구성의 실험결과

위의 내용을 토대로 한 시뮬레이션 및 실험에서 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었으며 표 1.에 나타내었다.

표 1.에서는 각 알고리즘별로 일사량을 변동시켜서 얻은 시뮬레이션 데이터와 실제 실험 결과를 MPPT 효율[%]로 나타냈다. 실험을 통해 얻은 결과를 분석한 결과 일사량이 30% 이상에서는 IncCond 방법이 다른 제어법에 비해 효율이 좋게 나타나고 리플성분도 적지만 30% 이하에서는 일정전압으로 제어하는 것이 더 나은 효율을 낼 수 있음을 알 수 있었다. 그리고 시뮬레이션에서 일사강도가 10%이하일 경우 출력전력의 변

Table 1. MPPT efficiency characteristics for insolation

일사 강도 (%)	시뮬레이션 데이터(%)			실험 데이터(%)	
	일정전압 제어	P&O 제어	IncCond 제어	IncCond 제어	Two-mode 제어
100	99.28	99.97	99.98	97.4	97.4
90	99.31	99.96	99.99	97.3	97.3
80	99.28	99.98	99.99	97.2	97.2
70	99.19	99.98	99.98	97.6	97.6
60	99.01	99.98	99.98	97.5	97.5
50	97.39	99.98	99.98	97.4	97.4
40	97.96	99.73	99.98	97.6	97.6
30	96.49	99.98	99.99	82.1	96.5
20	97.79	99.98	99.98	-	96.4
10	79.57	79.53	79.53	-	38.9
0	0	0	0	0	0

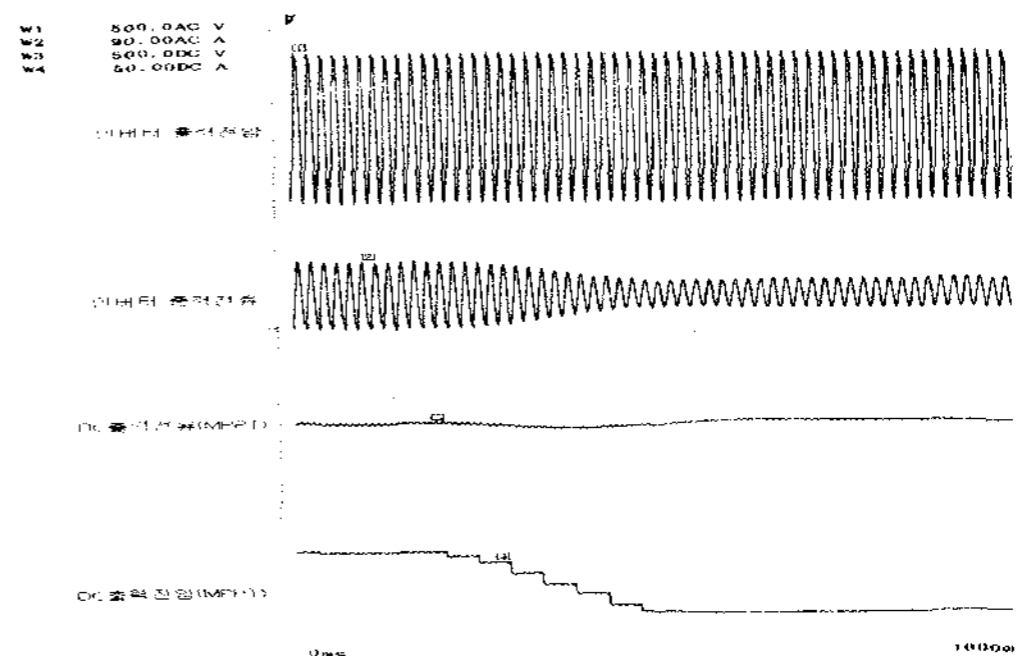


Fig. 14. Invert output waveforms(Insolation with 50 → 25%)

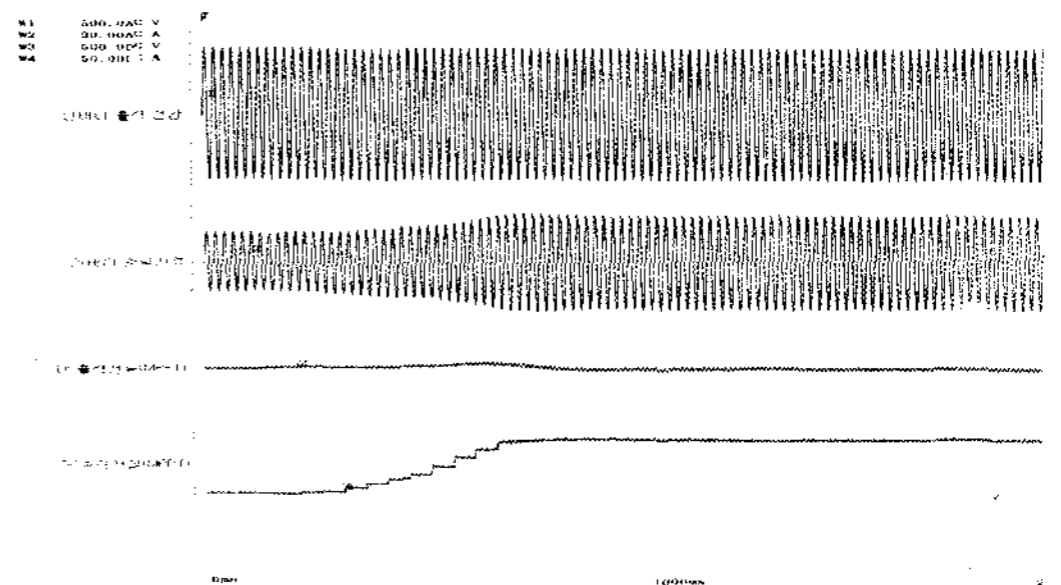


Fig. 15. Inverter output waveforms(Insolation with 50→75%)



동분이 매우 작아, MPPT 추종에 실패하여 효율이 약 79%정도밖에 나오지 않았다.

일사강도가 20% 이하로 떨어진 경우 실제실험에서 P&O MPPT 제어법이나 IncCond MPPT 제어법은 효율이 35%이하로 나올 뿐만 아니라 측정시마다 효율이 틀려지는 관계로 정확한 데이터를 측정할 수 없었다. 따라서, 본 저자는 인버터에서 최대 전력을 발생시키기 위하여 Two-mode 제어법으로 실험을 하여 보았다. 이 방법을 사용한 결과 더 좋은 특성을 얻을 수 있었으며 실제 인버터 실험에서 Two-mode 실험 결과와 형을 그림 14, 15에 나타내었다.

실험에서는 일사량을 50 → 25%로 감소시킨 경우와 50 → 75%로 증가 시켰을 때를 나타내었으며 30%이하의 일사량에서의 Two-mode 제어에서도 MPPT가 잘 추종되어졌다. 그리고 일사량 변동시 약 460ms안에 MPP에 도달하였다.

## 6. 결 론

본 논문에서는 일사량, 온도, 부하상태 등의 환경조건 변화에 따른 태양전지 어레이의 동작특성을 극대화시킴으로서 최대전력을 얻어내는 MPPT 제어 알고리즘의 추종 및 효율특성에 대하여 고찰하였으며 MPPT의 각 알고리즘들은 시뮬레이션 툴을 이용하여 실제로 나올 수 있는 전력과 MPPT를 수행한 후 인버터에서 나온 전력을 서로 비교하여 성능을 분석함으로써 알고리즘을 검증하여 보았다. 또한, 현재까지 많은 MPPT 제어 기법이 나와 있지만 실제 그 알고리즘들이 의도하는바와 같이 운전되는가를 확인하기 위하여 MPPT 추종 시험평가법을 제안하였다. 이 방법으로 실험을 하여 각 알고리즘별로 효율을 측정해 본 결과 앞서 기술한 일정전압 제어나 P&O MPPT 제어 알고리즘보다 IncCond MPPT 알고리즘이 효율특성이 양호함을 알 수 있었으나 실

제 주택용 3kW 인버터의 적용실험에서는 일사량이 30%이하의 저일사강도에서 전압, 전류의 급변 등으로 인하여 MPPT 추종에 실패하였다. 그러나 일정전압 제어 알고리즘의 경우 고일사강도에서 P&O MPPT 제어나 IncCond MPPT 제어법에 비해 낮은 효율특성을 나타내었지만 일사강도 30% 이하에서는 비교적 좋은 효율 특성을 나타내었다. 따라서, 본 논문에서는 상기의 IncCond MPPT 제어법과 일정전압 제어법을 조합한 Two-mode 방식을 제안하였으며 태양광 발전용 3kW급 인버터에 이 방식을 적용하여 저일사강도로부터 고일사강도까지 MPPT 추종 및 효율특성이 양호함을 입증하였다.

## 참 고 문 헌

1. Charles. R.Sullivan, Matthew J.Powers, "A high-efficiency Maximum Power Point Tracker for Photovoltaic Array in a Solar-Powered Race Vehicle," Proceedings of the IEEE, 1993, pp. 574~580.
2. Hussein. K.H., Muta. I, "Modified Algorithms for Photovoltaic Maximum Power Tracking", Record of 1992 Joint Conference of Electrical and Electronics Engineers in Kyushu, Japan, 1992, October, pp.301.
3. K.H. Hussion, "Photovoltaic Power Tracking : An Algorithm for Rapidly Changing Atmospheric Conditions", Proceedings of the IEE, Vol. 142, No. 1, 1995, pp.59~64.
4. C. Hua and C. Shen, "Study of Maximum Power Tracking Techniques and control of DC/DC Converter for Photovoltaic Power System", IEEE, 1998.
5. C. Pan, J. Chen, C. Chu, Y. Huang "A Fast

Maximum Power Point Tracker for Photovoltaic Power Systems”, Proceedings of the IEEE, 1999.

6. 유권종 외 2인, “고주파링크 방식을 이용한 계통연계형 태양광발전시스템”, 전기학회 하계학술대회 논문집, 2000, pp.1050~1052.